

Velocity and mass air flow sensor

Veröffentlichungsnr. (Sek.) ☐ [US4404858](#)
Veröffentlichungsdatum : 1983-09-20
Erfinder : BLECHINGER CHESTER J (US)
Anmelder : FORD MOTOR CO (US)
Veröffentlichungsnummer : ☐ [DE3239126](#)
Aktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) US19810315096 19811026
Prioritätsaktenzeichen:
(EPIDOS-INPADOC-normiert) US19810315096 19811026
Klassifikationssymbol (IPC) : G01F1/34; G01F1/32; G01F1/76
Klassifikationssymbol (EC) : [G01F1/32D1](#), [G01F1/86](#)
Korrespondierende Patentschriften CA1174361, ☐ [GB2108669](#), ☐ [JP58082121](#)

Bibliographische Daten

A device for measuring the velocity of fluid includes a vortex generating means, a pressure sensor means and a processing means. The vortex generating means is positioned in the fluid stream so that vortices are formed in the wake of the generating means. The pressure sensor means is positioned in the wake of the generating means for sensing pressure variation caused by the passage of the vortices. The processing means is coupled to the pressure sensor for determining the fluid flow rate as a function of pressure changes sensed by the pressure sensor means.

Daten aus der [esp@cenet](#) Datenbank - - I2

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑪ DE 3239 126 A 1

⑤ Int. Cl. 3:
G 01 F 1/32
G 01 P 5/01
F 02 D 33/02

②① Aktenzeichen:
②② Anmeldetag:
④③ Offenlegungstag:

P 32 39 126.9-52
22. 10. 82
11. 5. 83

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③④
26.10.81 US 315096

⑦① Anmelder:
Ford-Werke AG, 5000 Köln, DE

⑦② Erfinder:

Blechinger, Chester J., Bloomfield Hills, Mich., US

Behörden Eigentum

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Strömungsmesser für Fluide

Ein Strömungsmesser für Fluide umfaßt einen für eine Umströmung vorgesehenen Körper in einer solchen Anordnung innerhalb einer von dem Fluid durchströmten Meßkammer, daß sich stromabwärts von diesem Körper eine Wirbelstraße ausbildet. In dieser Wirbelstraße ist ein Druckfühler angeordnet, der an ein alle von ihm erfaßten Druckschwankungen verarbeitendes Datenverarbeitungsgerät angeschlossen ist, das einen jede Druckschwankung in eine elektrische Meßgröße verwandelnden Druckwandler und einen Rechner umfaßt, der aus dieser Meßgröße die Strömungsgeschwindigkeit sowie ggf. auch den Massenfluß des Fluids berechnet.

(32 39 126)

DE 3239126 A 1

DE 3239126 A 1

ORIGINAL INSPECTED

BUNDESDRUCKEREI BERLIN 03. 83 308 019/782

6/80

P a t e n t a n s p r ü c h e

05

10

15

20

25

30

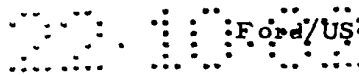
1. Strömungsmesser für Fluide, bei dem ein für eine Umströmung vorgesehener Körper in einer von dem Fluid durchströmten Meßkammer angeordnet ist und die von diesem Körper gebildete Wirbelstraße für die Bildung einer Meßgröße für das Fluid ausgewertet wird, insbesondere in der Anwendung bei einem Vergaser für Brennkraftmaschinen zur Bestimmung einer Meßgröße für die Verbrennungsluft bei der Gemischbildung mit dem Kraftstoff, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß in der Wirbelstraße des Körpers (12) ein Druckfühler (20) angeordnet ist, der an ein alle von diesem Druckfühler erfaßten Druckschwankungen verarbeitendes Datenverarbeitungsgerät (24,28) angeschlossen ist.

2. Strömungsmesser nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Datenverarbeitungsgerät einen jede Druckschwankung in eine elektrische Meßgröße verwandelnden Druckwandler (24) und einen Rechner (28) umfaßt, der aus dieser Meßgröße die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids berechnet.

3. Strömungsmesser nach Anspruch 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß als Rechner (28) ein Mikroprozessor verwendet ist.

4. Strömungsmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß als Druckfühler eine mit ihrem statischen Druckkopf (26) in der Wirbelstraße angeordnete und über den Druckwandler (24) mit dem Rechner verbundene Stau- bzw. Venturidüse (20) verwendet ist.

5. Strömungsmesser nach Anspruch 4, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Stau- bzw. Venturidüse (20) als ein T-Stück ausgebildet und über einen auf statische



Druckverhältnisse in der Meßkammer verhältnismäßig langsam ansprechenden ersten Druckwandler (25) an dem einen
05 Ende seines Querhauptes sowie über einen auf die zu der
Strömungsgeschwindigkeit des Fluids proportionale Wirbel-
häufigkeit der Wirbelstraße verhältnismäßig rasch anspre-
chenden zweiten Druckwandler (24) an dem anderen Ende sei-
nes Querhauptes mit dem Rechner (28) verbunden ist, der
aus den von den beiden Druckwandlern (24,25) gelieferten
10 Meßgrößen den Massenfluß des Fluids berechnet.

6. Strömungsmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß mit dem Rechner (28)
ein in der Strömung des Fluids angeordneter, einen weitere
15 Meßgröße liefernder Temperaturfühler (30) verbunden ist.

7. Strömungsmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Druckfühler aus
zwei in der Wirbelstraße im Abstand zueinander angeordne-
ten und in der Strömungsrichtung des Fluids aufeinander
20 ausgerichteten Einzelfühlern (40,41) gebildet ist.

8. Strömungsmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 6,7,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß als Druckfühler
ein Mikrofon verwendet ist.

25 9. Strömungsmesser nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Körper (12) eine für
die Bildung einer Karmanschen Wirbelstraße geeignete Aus-
bildung und Anordnung innerhalb der Meßkammer aufweist.

05 Zum Messen der Strömungsgeschwindigkeit eines in eine Meß-
kammer durchströmenden Fluids werden bis jetzt in der Re-
gel Strömungsmesser verwendet, bei denen in der Meßkammer
ein dabei meistens rotationssymmetrisch bezüglich seiner
Drehachse ausgebildeter Rotor angeordnet ist, der schaufel-
artig ausgeformte Strömungskanäle aufweisen kann und durch
das Fluid in Drehung versetzt wird. Aus dieser Drehung
des Rotors wird entweder elektrisch oder mechanisch sowie
10 auch optisch eine Meßgröße für die Strömungsgeschwindig-
keit des Fluids abgeleitet, die an einer außerhalb der
Meßkammer angeordneten Anzeigeeinrichtung angezeigt wer-
den kann. Bei diesen Strömungsmessern ist jedoch die Win-
kelgeschwindigkeit, mit welcher ein solcher Rotor für die
Messung der Strömungsgeschwindigkeit des Fluids gedreht wird,
15 nicht genau proportional zu der relativen Geschwindigkeit
zwischen dem Fluid und dem Rotor, so daß damit nur entspre-
chend ungenaue Meßgrößen erhalten werden können.

20 Um diese Ungenauigkeiten auszüräumen, sind daher bei ande-
ren Strömungsmessern der vorgenannten Art bereits Rotoren
mit unter der Beaufschlagung des Fluids biegsamen Flügeln
oder Schaufeln eingesetzt worden, bei denen jede zu der
Strömungsgeschwindigkeit des Fluids proportionale Biegung
als eine zusätzliche Meßgröße erfaßt und ausgewertet wur-
de. Die Rotoren dieser Ausbildung sowie die entsprechenden
25 Einrichtungen zum Erfassen einer solchen Biegung der Flügel
oder Schaufeln, die beispielsweise einen auf diese aufge-
setzten Schieber umfassen, durch welchen eine zu der Bie-
gung proportionale Änderung des relativen Reibungsfaktors
ausgewertet wird, sind jedoch sehr teuer und äußerst stör-
anfällig.

30 Bekannt sind weiterhin Strömungsmesser, bei denen ein Heiz-
draht in dem eine Meßkammer durchströmenden Fluid angeord-
net wird. Der Heizdraht erfährt dabei eine zu dem Massen-

05 fluß des Fluids proportionale Abkühlung, die zu einer Änderung seines elektrischen Widerstandes führt und somit für eine Bestimmung des Massenflusses ausgewertet werden kann. Hierbei ist jedoch nachteilig, daß evtl. Verunreinigungen des Fluids auf dem Heizdraht abgelagert werden können und somit diese Meßgröße für den Massenfluß verfälschen.

10 Die Strömungsgeschwindigkeit eines Fluids kann auch damit gemessen werden, daß in der von dem Fluid durchströmten Meßkammer ein für eine Umströmung durch das Fluid vorgesehener Körper so angeordnet wird, daß die von diesem Körper gebildete Wirbelstraße für die Bildung einer Meßgröße ausgewertet wird. Der Körper kann beispielsweise eine zylindrische Formgebung aufweisen und so in der Strömung des
15 Fluids angeordnet sein, daß sich an ihm stromabwärts zwei im Abstand befindliche parallele Reihen äquidistanter Wirbel mit entgegengesetztem Drehsinn ausbilden, die dabei durch eine Ablösung der Grenzschicht entstehen. Für diese sogenannte Karmansche Wirbelstraße ist dabei weiterhin bekannt, daß sie bei einem bestimmten Verhältnis des Abstandes zwischen den beiden parallelen Reihen zu dem gegenseitigen Abstand der einzelnen Wirbel in diesen Reihen stabil ist, so daß daraus dann die Meßgröße für die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids mit der Einschränkung erhalten werden kann, daß sie durch die Ablösung der Grenzschicht
20 von einem solchen umströmten Körper, die also eine periodische Wirbelbildung abwechselnd in der einen und in der anderen der beiden parallelen Reihen erzeugt, nur angenähert proportional zu der relativen Geschwindigkeit zwischen dem Fluid und dem Körper ist. Diese angenäherte Proportionalität wird im wesentlichen direkt von der Häufigkeit der
25 Ablösung der einzelnen Wirbel von dem umströmten Körper und umgekehrt von dessen Formgebung beeinflusst, wobei die periodische Wirbellösung Schwingungen erregen kann, wie es beispielsweise von dem Singen von Telegrafendrähten im Wind oder auch von dem Rauschen von Bäumen oder größeren Gräsern bekannt ist. Gleichartige Wirbelstraßen entstehen
30

05

auch an Flügeln oder Schaufeln und haben dabei eine Art Korkenzieherausbildung, bei der dann die Strömungsverhältnisse längs der Kannelierung und der die Kannelierung begrenzenden Ränder eine Meßgröße für die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids ergeben.

10

15

20

25

30

Die Erfindung bezieht sich auf einen Strömungsmesser für Fluide, bei dem ein für eine Umströmung vorgesehener Körper in einer von dem Fluid durchströmten Meßkammer angeordnet ist und die von diesem Körper gebildete Wirbelstraße für die Bildung einer Meßgröße für das Fluid ausgewertet wird. Bei einem aus der US-PS 3 116 639 bekannten Strömungsmesser dieser Art ist stromabwärts von dem eine solche Wirbelstraße bildenden Körper ein weiterer schaufelförmiger Körper für eine Schwingbewegung um eine, senkrecht zu der Strömungsrichtung des Fluids ausgerichtete Achse angeordnet, dessen von der Häufigkeit der Wirbelablösung abhängige Schwingungsperiode als eine Meßgröße für die Strömungsgeschwindigkeit ausgewertet wird. Die Meßgenauigkeit dieses Strömungsmessers setzt voraus, daß die sich von dem umströmten Körper periodisch ablösenden Wirbel so stark sind, daß sie überhaupt diesen stromabwärts angeordneten Körper in Schwingungen versetzen können, wobei dessen Lagerung auch verzögerte Ansprechzeiten ergeben kann, die zu Verfälschungen der Meßergebnisse führen. Bei einem aus der US-PS 3 680 375 bekannten Strömungsmesser ist in der einen der beiden parallelen Wirbelreihen einer Karmanschen Wirbelstraße ein Sender für die in dieser Wirbelreihe gebildeten Töne und in der anderen Wirbelreihe ein entsprechender Empfänger angeordnet, der die von dem Sender in Abhängigkeit von der Ablösung der Wirbel von dem umströmten Körper gesendete Tonfolge für die Bildung einer Meßgröße für die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids an einen elektronischen Signalauswerter weitergibt. Auch die Meßgenauigkeit dieses Strömungsmessers ist damit abhängig von der Größe und Stärke der einzelnen Wirbel, die von dem umströmten Körper abgelöst werden, sowie weiterhin abhängig von der

05

Genauigkeit der Sendestrecke zwischen dem Sender und dem Empfänger, die insbesondere durch parasitäre Wirbel als Folge von Verunreinigungen des Fluids gestört werden kann.

10

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen solchen Strömungsmesser so auszubilden, daß er insbesondere in der Anwendung bei einem Vergaser für Brennkraftmaschinen zur Bestimmung einer Meßgröße für die Verbrennungsluft bei der Gemischbildung mit dem Kraftstoff genauere Meßergebnisse liefert und eine insbesondere für diesen Anwendungsbereich erforderliche kleinere Störanfälligkeit aufweist. Dabei interessiert insbesondere eine temperaturabhängige Messung des Massenflusses der Verbrennungsluft, weil dieser Massenfluß für die Festlegung eines optimalen Mischungsverhältnisses mit dem Kraftstoff zur Vermeidung eines höheren Anteils von Schadstoffen in den Auspuffgasen wichtig ist.

15

20

25

30

Zur Lösung dieser Aufgabe ist für einen erfindungsgemäßen Strömungsmesser dieser Art vorgesehen, in der Wirbelstraße des von dem Fluid umströmten Körpers einen Druckfühler anzuordnen, der an ein alle von diesem Druckfühler erfaßten Druckschwankungen verarbeitendes Datenverarbeitungsgerät angeschlossen ist, das insbesondere einen jede Druckschwankung in eine elektrische Meßgröße verwandelnden Druckwandler und einen Rechner umfassen kann, der aus dieser Meßgröße die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids berechnet. Als Druckfühler kann beispielsweise eine Stau- bzw. Venturidüse verwendet werden, die dann mit ihrem statischen Druckkopf in der Wirbelstraße angeordnet und über den Druckwandler mit dem Rechner verbunden wird. Um mit einer solchen Stau- bzw. Venturidüse außer der Strömungsgeschwindigkeit auch noch den Massenfluß des Fluids berechnen zu können, kann diese Stau- bzw. Venturidüse als ein T-Stück ausgebildet werden, wobei dann an dem einen Ende des Querhauptes dieses T-Stückes ein auf statische Druckverhältnisse in der Meßkammer verhältnismäßig langsam ansprechender erster Druckwandler und an dem anderen Ende

ein auf die zu der Strömungsgeschwindigkeit des Fluids proportionale Wirbelhäufigkeit verhältnismäßig rasch ansprechender zweiter Druckwandler angeordnet ist, die beide mit dem Rechner verbunden sind, der dann vorzugsweise auch noch eine von einem in der Strömung des Fluids angeordneten Temperaturfühler gelieferte weitere Meßgröße für die Berechnung des Massenflusses des Fluids verarbeitet.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Strömungsmessers ist in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

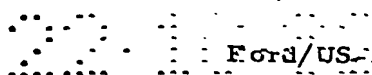
Fig. 1 die Gesamtheit des Strömungsmessers, teilweise in Blockdarstellung, und

Fig. 2 eine grafische Darstellung der von der Zeit abhängigen Druckschwankungen, die von dem Druckfühler der Strömungsmessers gemäß Fig.1 für eine Meßwertbildung erfaßt werden.

Der Strömungsmesser 10 umfaßt einen für die Bildung einer Karmanschen Wirbelstraße geeigneten dreieckförmigen Körper 12 in einer Anordnung innerhalb einer Meßkammer 22, die von dem zu messenden Fluid durchströmt wird und bei der es sich um einen Abschnitt des Ansaugrohres eines Vergasers für Brennkraftmaschinen handeln kann. Bei der Umströmung dieses Körpers 12 lösen sich von den Ecken 16 und 18 aufeinanderfolgend einzelne Wirbel mit entgegengesetztem Drehsinn ab, so daß sich zwei zueinander parallele Wirbelreihen bilden. In der einen dieser beiden Wirbelreihen ist der statische Druckkopf 28 einer Stau- bzw. Venturidüse 20 angeordnet, die außerhalb der Meßkammer 20 mit einem Druckwandler 24 verbunden ist, welcher die durch den statischen Druckkopf 26 erfaßten und durch die Aufeinanderfolge der einzelnen Wirbel verursachten Druckschwankungen in eine elektrische Meßgröße verwandelt, die an einen Mikroprozessor 28 weiter-

05 geleitet wird. An diesen Mikroprozessor 28 ist auch noch ein Temperaturfühler 30 angeschlossen, der mit einer Anordnung in der Strömung des Fluids eine weitere Meßgröße liefert.

10 Durch das die Meßkammer 22 durchströmende Fluid werden bei der Umströmung des Körpers 12 an den Ecken 16 und 18 abwechselnd einzelne Wirbel abgelöst. Diese Wirbel erfahren eine Aneinanderreihung in gleichbleibenden Abständen, die von der Größe der Strömungsgeschwindigkeit abhängig sind. Wenn die sich von der Ecke 16 des Körpers 12 ablösenden Wirbel auf den statischen Druckkopf 26 der Stau- bzw. Ventu-
15 ridüse 20 auftreffen, dann erzeugen sie an diesem Druckkopf eine Druckveränderung in Relation zu dem übrigen Druck innerhalb der Meßkammer 22, wobei dieselbe Erscheinung auch für einen Körper feststellbar ist, der beispielsweise als ein Schaufelkranz zur Ausbildung eines Korkenzieherwirbels ausgebildet ist und bei dem dann die in der Kannelierung vorherrschenden Druckverhältnisse solche Druckimpulse er-
20 geben. In dem Schaubild der Fig.1 ist der in der Meßkammer 22 außerhalb der Wirbelstraße des Körpers 12 vorherrschende statische Druck dargestellt, der sich zeitlich ändern kann und daher gleichen Schwankungen unterliegt wie der vergleichsweise höhere Druck, der in der Wirbelstraße des Körpers 12 auftritt. Solche Schwankungen des statischen
25 Druckes können beispielsweise in der Anwendung des Strömungsmessers bei einem Vergaser für Brennkraftmaschinen dadurch auftreten, daß das Fahrzeug in unterschiedlichen Meereshöhen gefahren wird. Diese Schwankungen des statischen Druckes werden separat durch einen weiteren Druckwandler 25 für die Lieferung einer weiteren Meßgröße an
30 den Mikroprozessor 28 ausgewertet, indem die Stau- bzw. Venturidüse 20 als ein T-Stück ausgebildet ist, bei dem die beiden Druckwandler 24 und 25 an den beiden Enden des Querhauptes angeordnet sind. Wenn für den Strömungsmesser 10 diese beiden Druckwandler 24 und 25 gleichzeitig vorgesehen sind, dann muß der Druckwandler 24 eine gegen-



über dem Druckwandler 25 schnellere Ansprechzeit aufweisen. Der Mikroprozessor 28 kann dann so programmiert werden, daß er unter Auswertung allein der von dem Druckwandler 24 erhaltenen Meßgröße die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids berechnet, während er unter Auswertung auch der von dem Druckwandler 25 erhaltenen Meßgröße sowie vorzugsweise auch der von dem Temperaturfühler 30 erhaltenden Meßgröße den Massenfluß des Fluids berechnet. Dabei kann für den schneller ansprechenden Druckwandler 24 auch ein Anschluß an ein Mikrofon als separater Druckfühler vorgesehen sein. Die Berechnung des Massenflusses wird nach der folgenden Gleichung durchgeführt:

$$m = \rho \cdot A \times V$$

wobei m der Massenfluß des Fluids durch die Meßkammer in kg/s ist, während ρ die Dichte des Fluids in kg/m³, A die Querschnittsfläche der Meßkammer 22 in m² und V die Geschwindigkeit des Fluids in m/s ist. Die Dichte des Fluids ist dabei für kompressible Medien, also auch für Luft, abhängig sowohl von dem Druck P als auch von der Temperatur T entsprechend der folgenden Gleichung:

$$\rho = \frac{P}{RT}$$

wobei R eine Proportionalitätskonstante ist. Bei dieser Gleichung wird der Wert für den Druck P durch einen der beiden Druckwandler 24 und 25 dem Mikroprozessor 28 als Meßgröße für den statischen Druck geliefert, der in der Meßkammer 22 außerhalb der Wirbelstraße des Körpers 12 vorherrscht.

Der Strömungsmesser kann dahin abgewandelt werden, daß anstelle der Stau- bzw. Venturidüse 20 ein Mikrofon in der Wirbelstraße des Körpers 12 angeordnet wird. Es können auch zwei separate Druckfühler vorgesehen sein, wie

05 beispielsweise ein Mikrofon 40 und eine Stau- bzw. Ventu-
ridüse 41, die dann in der Wirbelstraße des Körpers 12 im
Abstand zueinander und in der Strömungsrichtung des Fluids
10 aufeinander ausgerichtet angeordnet werden, um eine größere
Ansprechempfindlichkeit für die Lieferung der unterschiedlichen
Meßdaten zu ergeben. Auch kann anstelle einer dreieckförmigen
Ausbildung des Körpers 12 eine andere Ausbildung in Frage
kommen, wenn mit deren Anordnung die Ausbildung einer gleich-
artigen Wirbelstraße gewährleistet ist.

15

20

25

30

11-11-

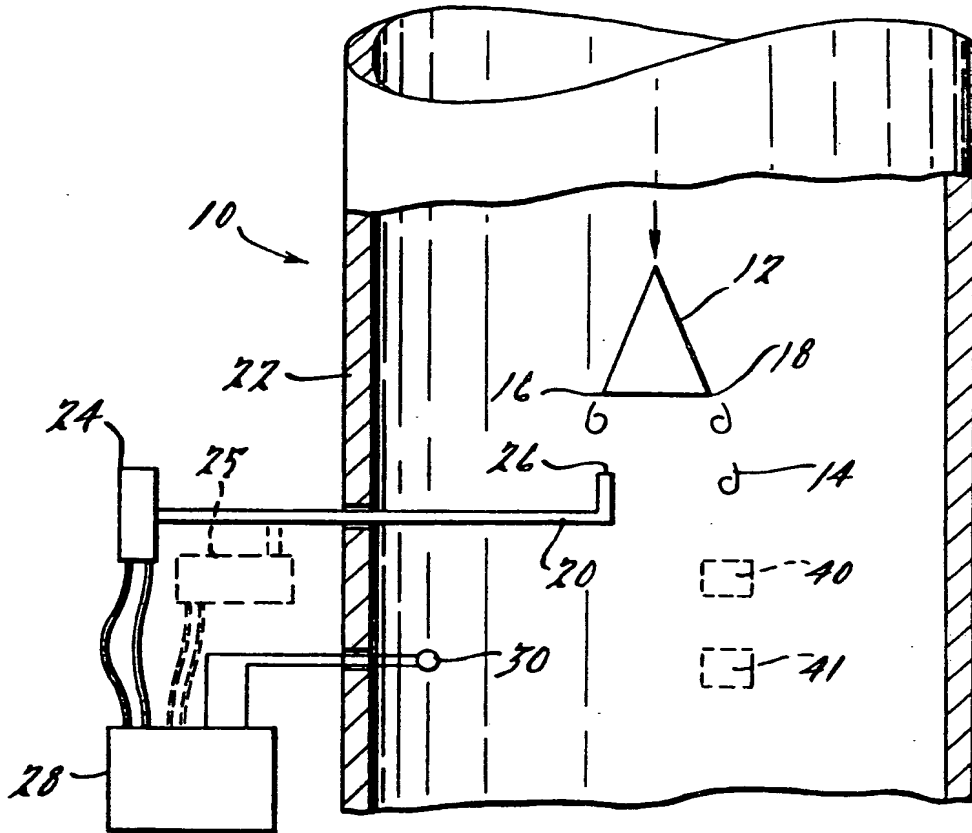


Fig. 1.

Fig. 2.

